

コンクリートの 素肌美人研究

コンクリート構造物表面層の維持・保全

地濃 茂雄 新潟工科大学 工学部 建築学科 教授 工博

後編(実態・対策編)

【前号より続く】

複雑な魅力、しかし……

とりわけ、建築家においてはコンクリートの素肌に心を奪われ、これほどに魅力的で、しかしまた一方で、これほど不快な気持ちにさせられる場合の多いものは他にないとも言われています。つまり型枠が外される瞬間、緊張と興奮を覚え、喜びか落胆かの一発勝負だからと言います。

さて、一発勝負の実態はどうなのでしょう。そこで、素肌を誇る打放しコンクリート建物の脱型時点の肌に注目し、観察者3名の目視によって、視覚的に具合の悪い肌を調べることにしました。

30棟75壁面で観察された具合の悪い肌を図11のように大別し、その発生率を求めた結果を表1に示します。

空洞・気孔、型枠継ぎ目まわりの色むら、砂目(砂じま)の発生率が高いことがわかります。そして、特に写真3に示すような豆板(ジャンカ)などの肌は、美観を低下させることはもとより、劣化

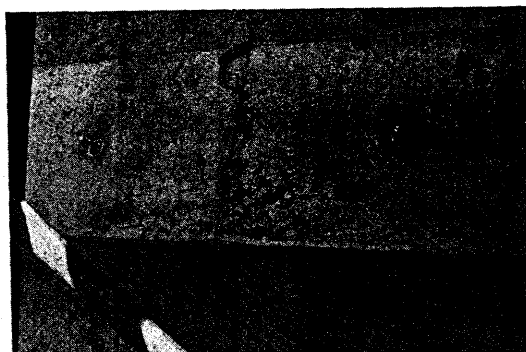


写真3 脱型時点でのジャンカ

醜いばかりでなく、劣化が促進される部位になるのでしょうか。痛々しさも伝わってきます。

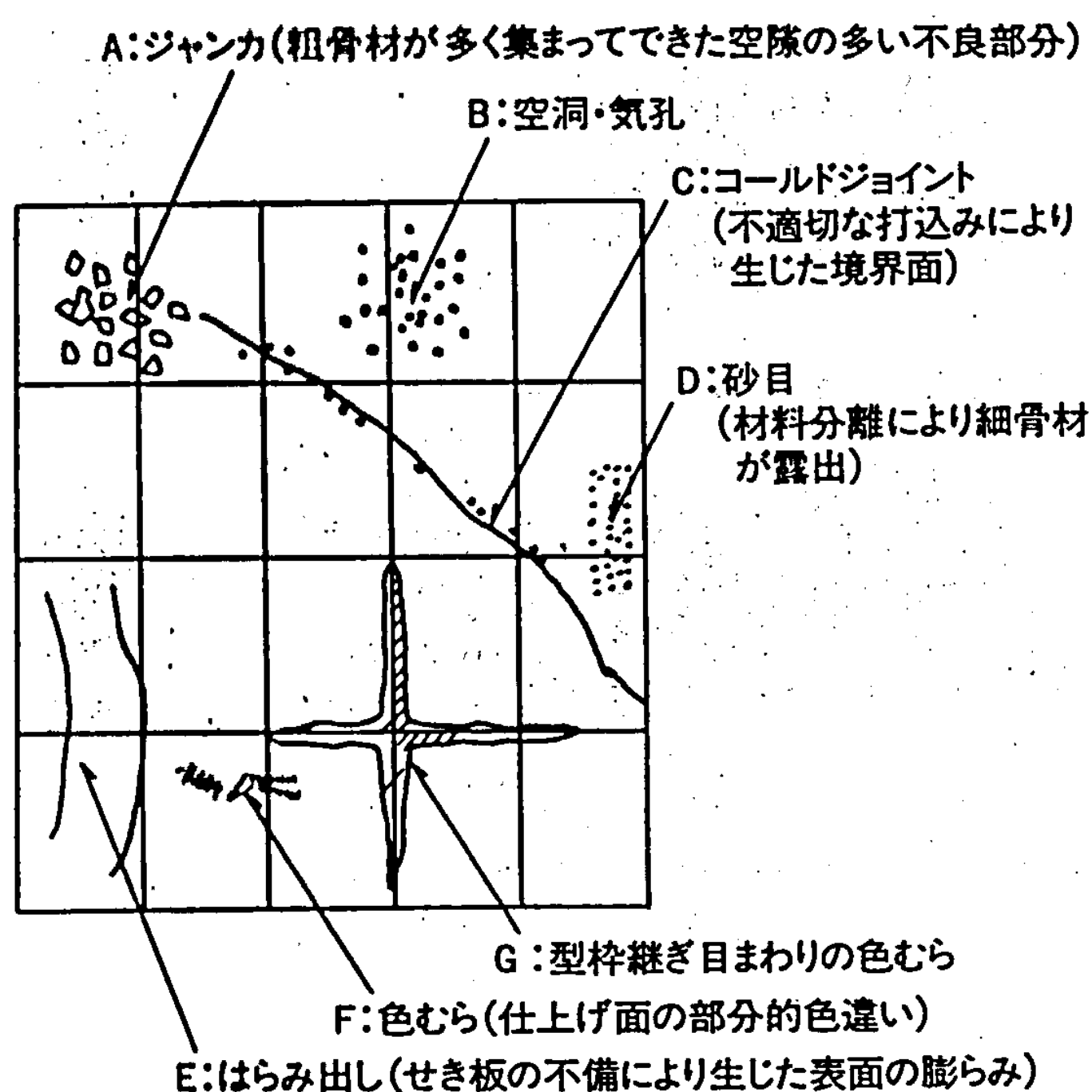


図11 脱型時点の壁面不具合の形態⁹⁾

建築家を落胆させるような具合の悪い肌。発生率は表1に示します。

表1 不具合の発生率⁹⁾

記号は図11に対応します。空洞・気孔と型枠継ぎ目まわりの色むらは全ての壁面にみられます。

不具合	A	B	C	D	E	F	G
(%)	9	100	11	47	8	15	100

が促進される部位になるものと言えます。それだけに、その場しのぎの、安易な手入れは適切ではありません。魅力的な肌がいつまでも持続できるよう、具合の悪い肌に愛の手をさしのべてやりたいものです。

いずれにしても、設計した建築家が一発勝負に負けた実態の一例と言えましょう。

齢を重ねて汚れる肌

魅力的で美しい肌をいつまでも保ち続けたいと思うのは誰しもの願いです。しかし、寄る年波には勝てないのが世の摂理。とは言え、それが早いか遅いかは個人差や環境に支配されるのも事実でしょう。

そこでまず、関東地区内で壁面の形態が類似し

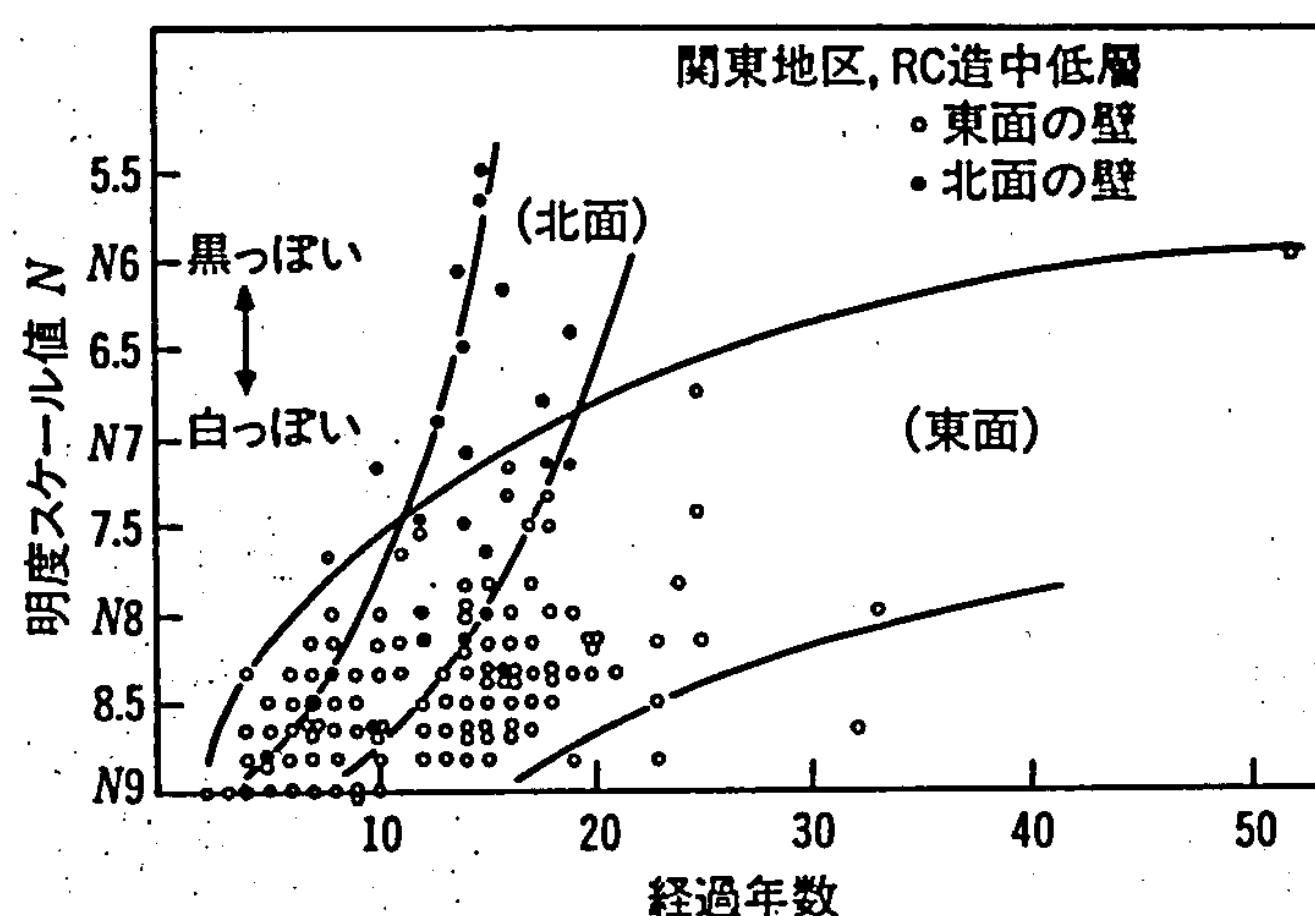


図12 経過年数と汚れの程度¹⁰⁾

築後5年すぎ頃から汚れが目立つようになることや北側の面の汚れの進行速度は他面に比べ速く、10年経過頃より他面との差が目立つようになることがわかります。

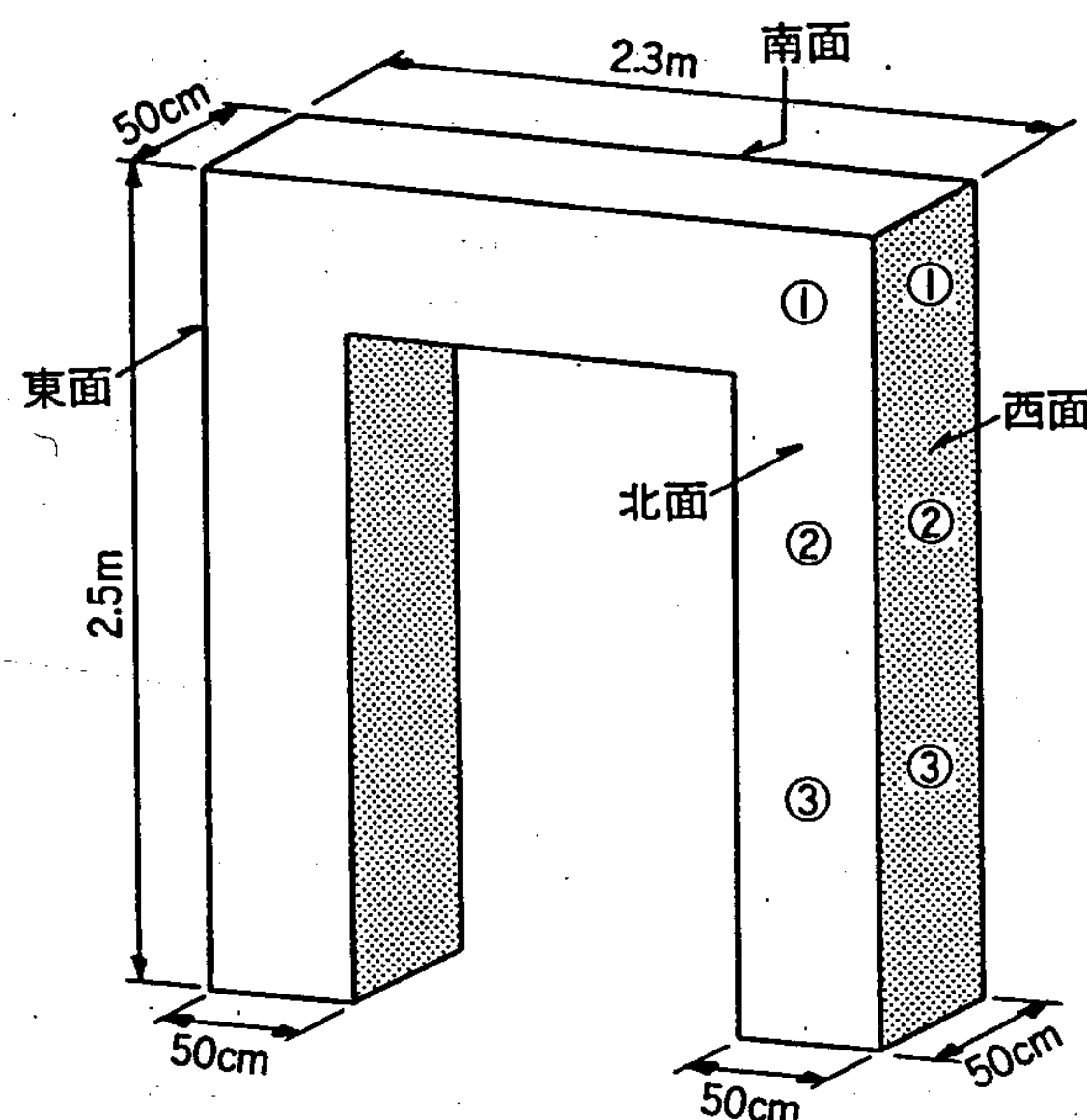


図13 RC造モニュメントの概要図^{11, 12)}

広島県福山市の繁華街に建つコンクリートモニュメントは汚れの実態調査に格好の試験体になりました。①～③は測定箇所を示します。

た中・低層のRC造アパート329棟を対象に、汚れの実態を調べ、肌の汚れについて手掛かりを得ることとしました。

実態調査結果の一部を図12に示します。

北側の面は他の面に比べて汚れの程度が大きいこと、色相は緑や黒緑で、^{じんあい}塵埃および微生物(カビ・藻類)の付着や繁殖によること、臨海地域や田園地域で汚れやすいことなどが把握されました。

次いで、さらに詳しく調べるために、図13に示

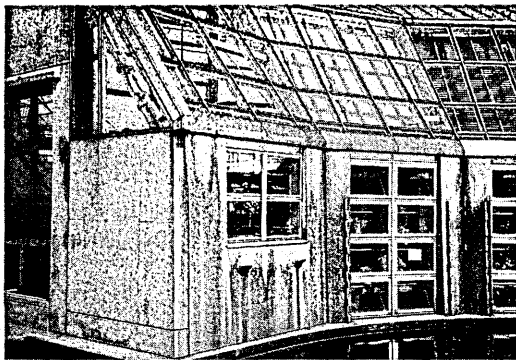


写真4 汚れの実態

傾斜屋根面に堆積した塵埃類が雨水と共に流下し、壁面を汚しています。設計のセンスが疑われます。



写真5 汚れの実態

脆弱な壁面は保水性が良く、微生物の繁殖には格好の条件となります。そして、汚れが汚れを招きます。

表2 汚れの実態調査結果^{11,12)}

Lは明度、aおよびbは知覚色度、それにΔEは明度が一番高かった測定箇所西面③を基準とした場合の色差を示します。つまり、ΔEが大きいほど汚れは著しいと言えます。したがって、一番汚れている箇所は北面の測定箇所①です。

測定箇所		L	a	b	ΔE
東	①	47.9	-1.73	6.64	19.6
	②	58.4	-1.73	4.76	9.0
	③	66.9	-1.85	5.02	0.6
西	①	57.1	-0.91	5.99	10.4
	②	57.3	-1.00	7.20	10.4
	③	67.4	-1.65	4.94	—
南	①	54.0	-0.74	5.78	12.7
	②	62.8	-1.20	4.72	4.6
	③	66.6	-1.20	5.92	1.3
北	①	47.6	-2.24	11.00	20.7
	②	53.8	-3.22	10.50	14.8
	③	61.4	-1.90	6.27	6.2

すような築後5年のRC造モニュメントを代表させて、方位別、部位別の汚れを調査しました。それには、接触型ポータブル測色色差計を用いて測色値を求め、汚れの指標として検討しました。その結果を表2に示します。

方位、部位別個所による測色値は相違し、中でも北面が他の面より明度は小さく、色差は大きく、汚れが著しいことが読み取れます。一方、部位では方位に関わらず上部個所の明度は下部より小

いようです。これは、水平部に堆積した塵埃類が雨水と共に流下して付着し、微生物の繁殖などに起因した結果と思われます。つまり、前述したコンクリート表面での生態系(前号15ページ図9)によるものでしょう。

塵埃類が雨水と共に流下し壁面を汚した典型的な状況を写真4に示します。これでは、汚すための設計と言わざるを得ないでしょう。

塵埃類を運ぶ雨水が壁面を伝わらないような設計上の配慮が必要だと思います。

また、汚れは足早に進みます。つまり、汚れが汚れを呼び、塵埃の付着や微生物の繁殖を招くのです。その一例を写真5に示します。若き日の面影はなく、不衛生で醜く、哀れささえ感じます。

著しい肌荒れ

鼻汁を垂らしたような素肌も醜さの上で気にかかることです。

そこで鼻汁、いわゆるエフロレッセンスの実態について調査しました。

発生箇所・部位別に整理した結果を表3および写真6と写真7に示します。

エフロレッセンスは、ひび割れや脆弱部に浸透した雨水に誘発されたものが数多く、発生個所に

表3 エフロレッセンスの実態調査結果^{11, 12)}

コンクリートに浸透した降雨水が内部の可溶性成分を溶解し、水の流出個所に沿って表面に析出するもの、あるいは、表面に沿って流れ、蒸発乾燥して表面に沈着するものなどエフロレッセンスの出現はさまざまです。

発生個所・部分	概 要
モルタル笠木の浮き	雨水の浸透で、躯体コンクリートおよび下地モルタルからエフロレッセンス出現
屋上スラブ押し出し	貫通した水平ひび割れから出現、雨水の浸透の繰り返しにより積層状態
天井スラブ	防水層の機能喪失やひび割れ発生により漏水・浸透、それにより出現、積層状態
外階段手摺り	手摺りの埋込み個所にひび割れや浮きの発生、雨水に接して出現
外階段裏	踊り場に滞留した雨水がひび割れや取合い部から流出し出現、場合により氷柱状態
ひさしの鼻先・裏	不適切な水切りにより雨水が滞留、それに伴いひび割れや脆弱部から出現
バルコニー	不適切な水切りにより雨水が滞留、鼻先や裏部のひび割れ・脆弱部に出現
サッシの枠下外壁面	サッシ枠からの雨水の垂れ、流下、乾燥、その繰り返しにより出現
外壁の天端	笠木のない場合に、雨水が直接天端から流下することで広範囲、白色斑点状に出現
外壁のひび割れ	ひび割れにより雨水の浸透・流入、そして乾燥、その繰り返しが起因して出現
コールドジョイント	脆弱層やひび割れ部に、雨水が浸透・流入、そして乾燥、その繰り返しが起因して出現
目地(水平、垂直)	目地部に雨水が残留、あるいはその個所から垂れ、流下、そして乾燥の繰り返しにより出現
ジャンカ	脆弱な層ゆえに、雨水が浸透・流入、そして乾燥、その繰り返しが起因して出現
モルタル補修跡	補修モルタルの浮きやひび割れに雨水が浸透・流入、そして乾燥、その繰り返しにより出現
鉄筋錆化	ひび割れ発生、さらに浮き、そこに雨水が浸透・流入・流下、乾燥により出現
ピンホール	雨水の浸透・残留が起因してエフロレッセンス出現
その他	残留木片、木根、コーキングの劣化、網状ひび割れ等が起因してエフロレッセンス出現



写真6 窓下壁面のエフロレッセンス¹¹⁾

サッシ枠からの雨水の垂れ、流下、乾燥の繰り返しにより出現したものと思います。

よって汚れの度合いが異なることがわかります。

雨水の繰り返しを受けることでエフロレッセンスの汚染物が堆積し、醜さが一段と進展していくものと言えます。特に、エフロレッセンスの発生

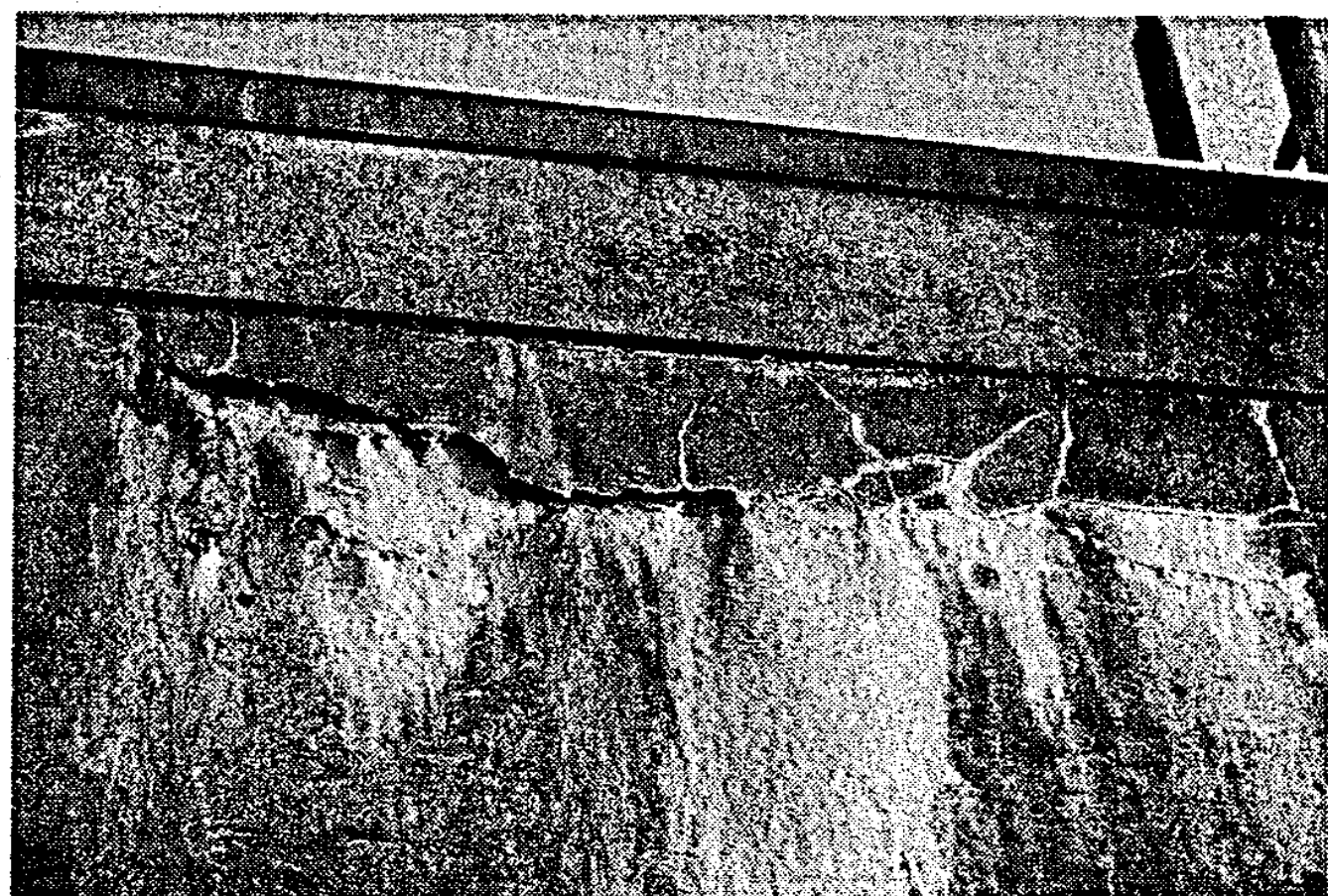


写真7 鉄筋錆化部のエフロレッセンス¹¹⁾

ひび割れの発生、浮き、降雨水の流入、流下そして乾燥の繰り返しにより出現したものと思います。

個所は鉄筋の腐食、ひび割れ、表層剝離、脆弱な表層などに密接に関わっていることから損傷劣化部としての有力な目安となるでしょう。

つまり損傷劣化部の著しい肌荒れは、単に美観性の低下を露呈しているものではなく、耐久性の低下を示唆するものと受け止めたいことです。

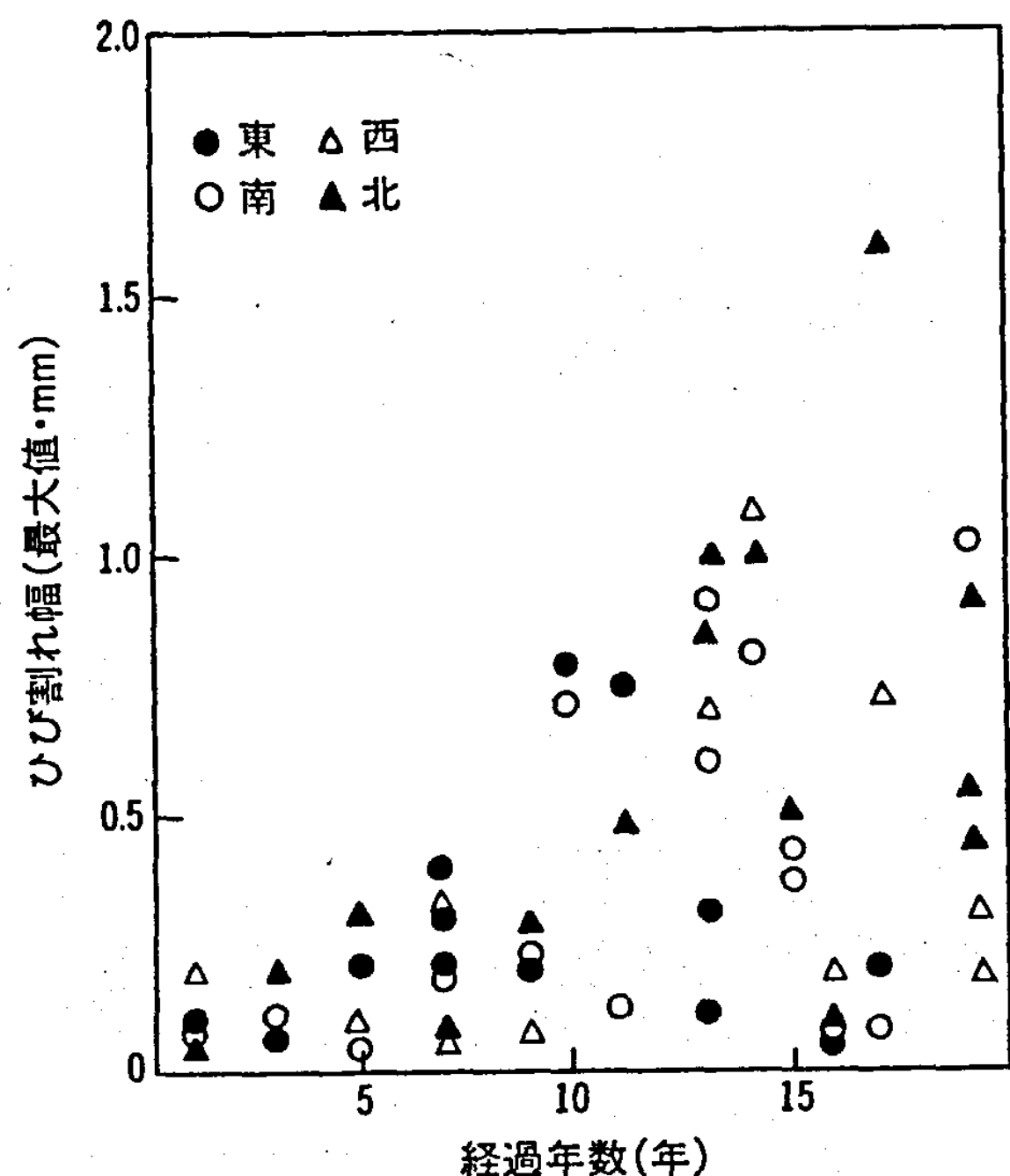


図14 経過年数とひび割れ幅¹³⁾

ひび割れの幅は経過年数とともに増大する傾向が見られます。ひび割れはエフロレンスなどを誘発し、美観を損ねます。

美観性や耐久性の低下の引き金となるコンクリート外壁面のひび割れも無視することのできない事柄でしょう。そこでひび割れの実態調査の結果を図14に示します。

経過年数に関わらずひび割れの発生は認められますが、概して建物の経過年数10年以降にひび割れ幅が増大する傾向が見られます。考慮しておきたいことです。

肌の手入れは何より大切

具合の悪い肌、歳月を経て汚れた肌、荒れた肌には手入れが必要になるものと思います。これに関連する一例として、改修請け負い工事の改修に至る経過年数別件数を図15に示します。

竣工後20～30年の時期に改修工事を行う傾向が認められます。また一方、竣工数年後の補修も見られますが、新築の時に具合の悪かった肌に手が加えられたのでしょう。

このようなことから、素肌の美しさをいつまでも保っていくための手段として、段階別の手入れ

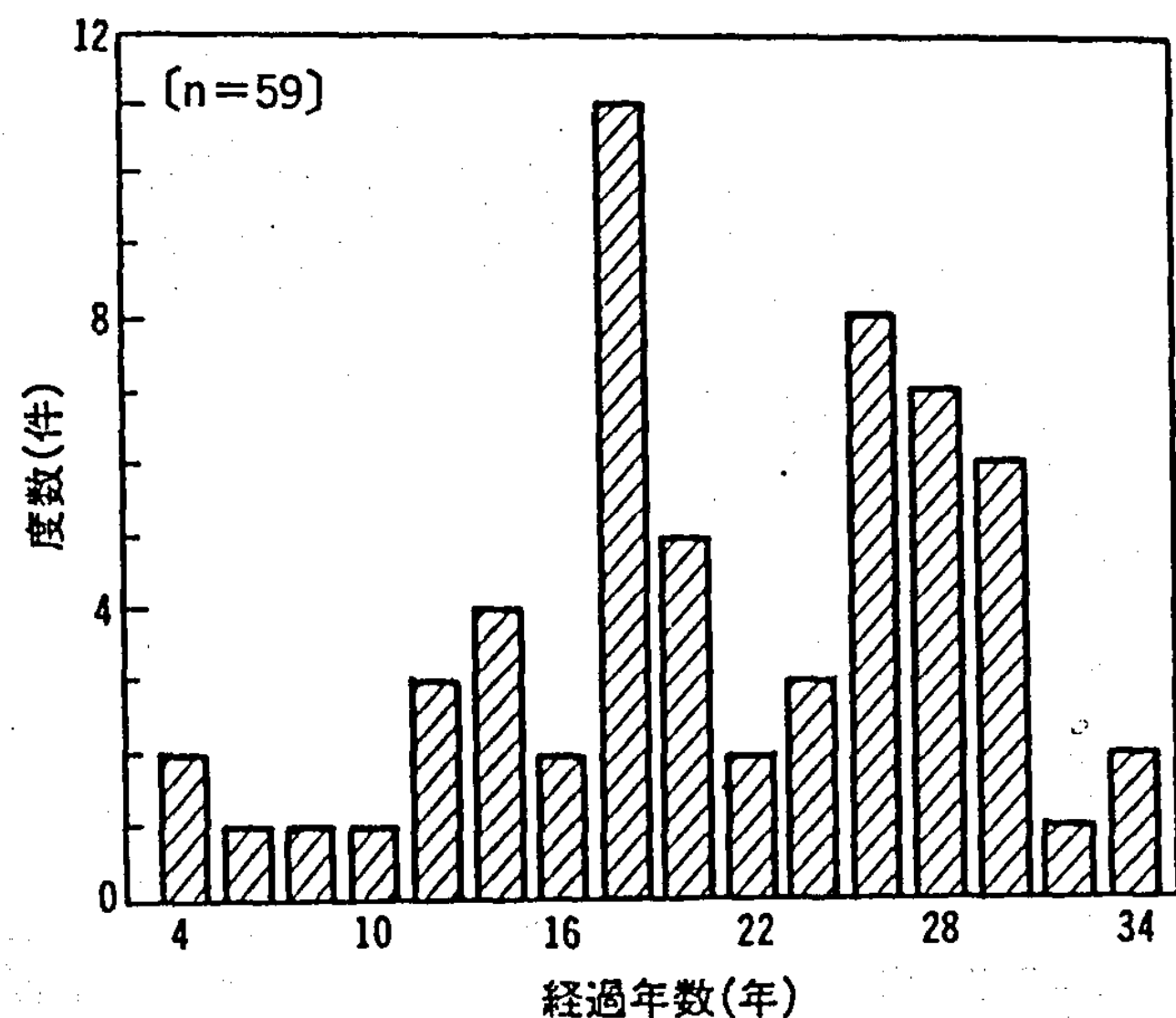


図15 経過年数別改修工事件数¹⁴⁾

構造物の維持保全の上から、新築時の不具合、そして経年劣化後のコンクリート肌に加えられたのでしょう。

が不可欠であることが指摘されます。

そこで、美観と耐久性を確保するための表面層の仕上げの実現を目指し、コンクリート構造物のライフサイクルを設計・施工・維持保全に大別し、それに対応すべき肌の手入れシステムを考察し提案することとしました。その概要を図16に示します。

図中に示したように、施工中から竣工までに施されるべき仕上げを「STEP 1」、築後の経年・改修期に施されるべき仕上げを「STEP 2」と呼ぶこととして分類し、以下それらについて少し解説します。

なお、ここでの「仕上げ」とは化粧的な仕上げを指すものではなく、あくまでもコンクリート肌の素材の質感を生かした仕上げで、手を入れたことが気づかない、痕跡のない仕上げを意図しています。

消去して健全化

STEP 1のフローチャートを図17に示します。

ここで意図した仕上げ技術工法は、耐久性向上のための表面仕上げまで一貫性を持たせたもので、

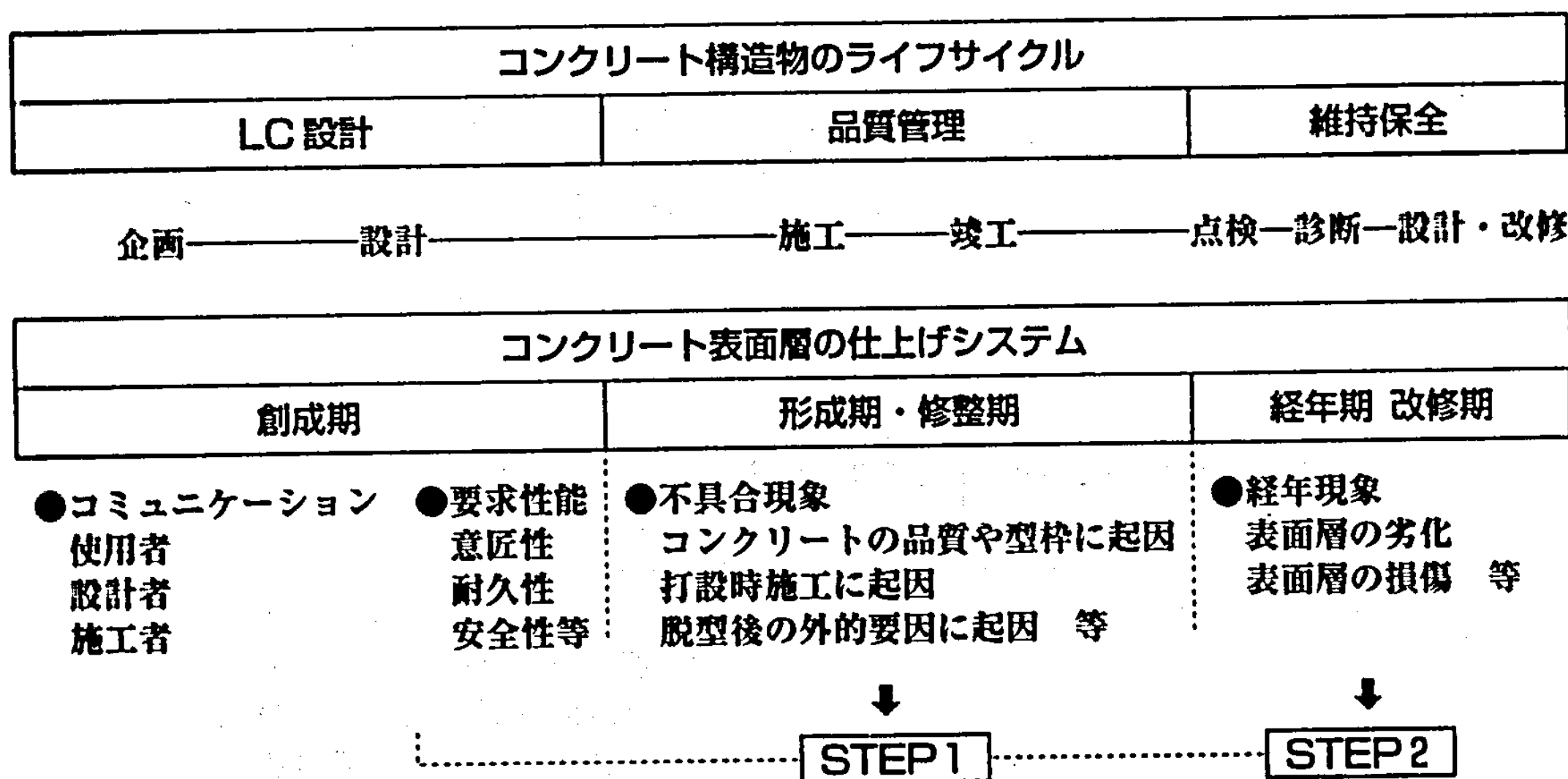


図16 ライフサイクルにおける表面層の仕上げシステム対応図^{14, 15)}

素肌に手を入れたことが気づかない，痕跡のない仕上げをライフサイクルに応じて，積極的に取り入れることを提案したいのです。

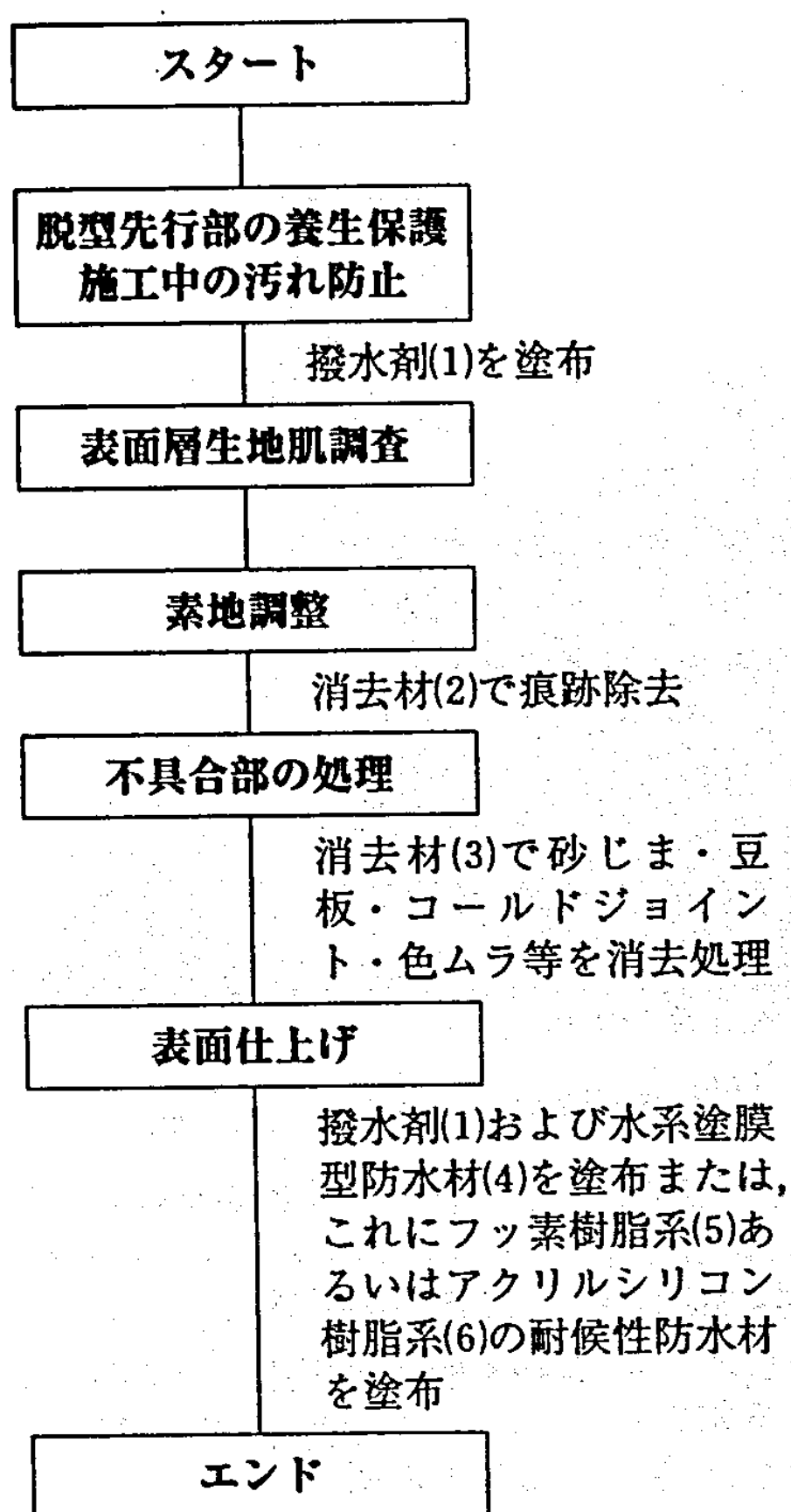


図17 STEP1のフローチャート^{14, 15)}

主に型枠脱型時の不具合に対応するもので，不具合を消去し美観と耐久性を確保することに特徴があります。

きるものです。

図17中には，主な使用材料と作業内容を併記しています。使用材料については，意匠性や耐久性から要求される性能を考慮して選定・開発したもので，後述する表4に示す品質・性能データに対応するよう(数字)記号で表示しました。

なお，消去材など一般化していない用語も記載していますが，表現上，ここではそのように呼ぶこととしました。特に具合の悪い肌の処理においては，単にモルタルやペーストを施すことなく，消去材により不具合部を完璧に消去する考えの基にあります。すなわち，素肌に点在した不具合に対して，まずその各々の不具合個所周辺の生地色に適合する既調合の材料を，考案した材料選定プレート(写真8)を用いて選び出し，次いで不具合個所の痕跡を残さない材料・工法により健全化を図り，素肌の美観を確保するわけです。

そして最終工程では，肌の全面に美観の長期的維持と耐久性の向上を狙いとする表面仕上げが施されるのです。

設計・施工段階では予測不可能な表面層の現象や豆板(ジャンカ)，コールドジョイント，色ムラなどの不具合の発生に対しても合理的に対応処置で

再生して若返り

若返りは誰しものが望むことです。その願望をか

表4 開発した材料の主な品質と性能^{14~16)}

STEP1, STEP2のフローチャートに応じるための材料を開発しました。
おのこの材料の相乗効果により、美観と耐久性が確保できるものと思います。
(1)~(9)は図17, 18に対応します。

主要な材料	主な構成材料・性状等	主な品質・性能等
(1)撥水剤	・ シラン系化合物 ・ 比重0.8 ・ 透明な液体	・ JIS A 6910による吸水比(基材：モルタル板)標準状態で0.1 冷温繰り返し抵抗試験後で0.7
(2)洗浄剤	・ 錆汁対象 弱塩酸+リン酸 ・ 灰汁対象 苛性ソーダ	・ 錆汁, 灰汁の痕跡除去後のコンクリート肌に異常なし
(3)消去材 (充填・色調調整)	・ 特殊アクリル樹脂系のポリマーディスパージョン ・ 普通ポルトランドセメント ・ 珪砂(F. M. 2.69) ・ 白色ポルトランドセメント ・ 特殊顔料	○ 充填用(C:S=1:3 P/C=5% W/C=54%のモルタル) ・ 材齢28日 圧縮強度28N/mm ² 付着強度1.4N/mm ² ・ 材齢5年 圧縮強度57N/mm ² 付着強度2.2N/mm ² ・ 中性化深さ 0mm(CO ₂ 濃度10%の促進試験 8週) 〃 0mm(室内暴露 5年後 プレーンモルタルでは7.2mm) ・ 4×4×16cm 供試体による 塩化物の遮断性 一般のモルタルに比べ有為 ○ 色調調整用(コンクリート肌の色調に対応して調合 ポリマーセメントペースト) ・ 材齢28日 付着強度1.9N/mm ²
(4)水系塗膜型防水材	・ 水系特殊アクリル樹脂系 ・ 粘度 2000cps ・ pH7~9	・ 透水性0.1ml(基材：モルタル板) ・ 材齢28日 付着強度1.9N/mm ²
(5)耐候性防水材	・ フッ素樹脂系 ・ 粘度 70cps ・ pH 6~7 ・ 光沢(60° 鏡面反射率)80	・ 透水性1.1ml(基材：モルタル板) ・ 材齢28日 付着強度1.5N/mm ² ・ 促進耐候性 4000時間 異常なし 光沢保持率91% ・ 塩水噴霧 2000時間 異常なし 光沢保持率100% ・ 耐薬品性 5% H ₂ SO ₄ 異常なし ・ 屋外暴露による明度変化(基材：モルタル板) 暴露開始の明度46 暴露2年後 47 汚れなし 未塗布 〃 59 〃 62 汚れ進行 ・ 濡れによる明度変化(基材：モルタル板) 暴露2年後の供試体に水滴を付着 水滴付着前の明度47 付着後 48 明度変化微小 未塗布 〃 62 〃 56 明度変化 大 ・ JIS A 6910による吸水率 24時間 0.0% ・ 中性化(4×4×16cm モルタル供試体に塗布) 室内暴露5年後の中性化深さ0mm 未塗布のものでは7.2mm
(6)耐候性防水材	・ アクリルシリコン樹脂系 ・ 粘度560cps ・ pH6~7 ・ 光沢(60° 鏡面反射率)87	・ 透水性0.8ml(基材：モルタル板) ・ 材齢28日 付着強度1.8N/mm ² ・ 促進耐候性 4000時間 異常なし 光沢保持率82% ・ 塩水噴霧 2000時間 異常なし 光沢保持率100% ・ 耐薬品性 5% H ₂ SO ₄ 異常なし ・ 屋外暴露による明度変化(基材：モルタル板) 暴露開始の明度66 暴露5年後 65 汚れなし 未塗布 〃 61 〃 50 汚れ進行 ・ 濡れによる明度変化(基材：モルタル板) 暴露2年後の供試体に水滴を付着 水滴付着前の明度66 付着後 65 明度変化微小 未塗布 〃 62 〃 56 明度変化 大 ・ JIS A 6910による吸水率 24時間 0.0% ・ 中性化(4×4×16cm モルタル供試体に塗布) 室内暴露5年後の中性化深さ0mm 未塗布のものでは7.2mm

(表4のつづき)

(7)強化剤	珪フッ化物25%水溶液	<ul style="list-style-type: none">・セメントペースト硬化体(全細孔容積83mm³/g)に塗布含浸 塗布含浸後の全細孔容積77mm³/g・4×4×16cm モルタル供試体に塗布含浸により圧縮強度12%増大・中性化(4×4×16cm モルタルに塗布含浸 CO₂ 濃度20%の促進試験 9 日) 中性化深さ10.5mm 未塗布含浸のものでは13.5mm・耐酸性(4×4×16cm モルタルに塗布含浸 硫酸5%溶液中に浸漬 28日) 浸漬前に対する圧縮強度比 0.85 未塗布含浸のものでは 0.66
(8)充填材	<ul style="list-style-type: none">・特殊アクリル樹脂系のポリマーディスパージョン・普通ポルトランドセメント・珪砂(F. M. 2.69)	<ul style="list-style-type: none">・モルタル(C:S=1.3 P/C=5% W/C=54%) 材齢28日 圧縮強度28N/mm² 付着強度1.4N/mm²・材齢5年 圧縮強度57N/mm² 付着強度2.2N/mm²・中性化・塩化物の遮断性は(3)の充填用に同じ
(9)中性化抑制材	<ul style="list-style-type: none">・特殊アクリル樹脂系のポリマーディスパージョン・普通ポルトランドセメント・白色ポルトランドセメント・珪砂(F. M. 2.69)・石粉	<ul style="list-style-type: none">・ペースト JIS A 6916による付着強さ1.1N/mm²(20℃ 13週) JIS A 6910による伸長性 150% 強度1.5N/mm² 中性化(4×4×16cm モルタルに塗布 CO₂ 濃度8%の促進試験 49日) 中性化深さ 0mm 未塗布のものでは9.6mm・モルタル JIS A 6916による付着強さ1.7N/mm²(20℃ 13週) 中性化(CO₂ 濃度8%の促進試験 49日) 中性化深さ 3.5mm プレーンモルタルでは9.6mm

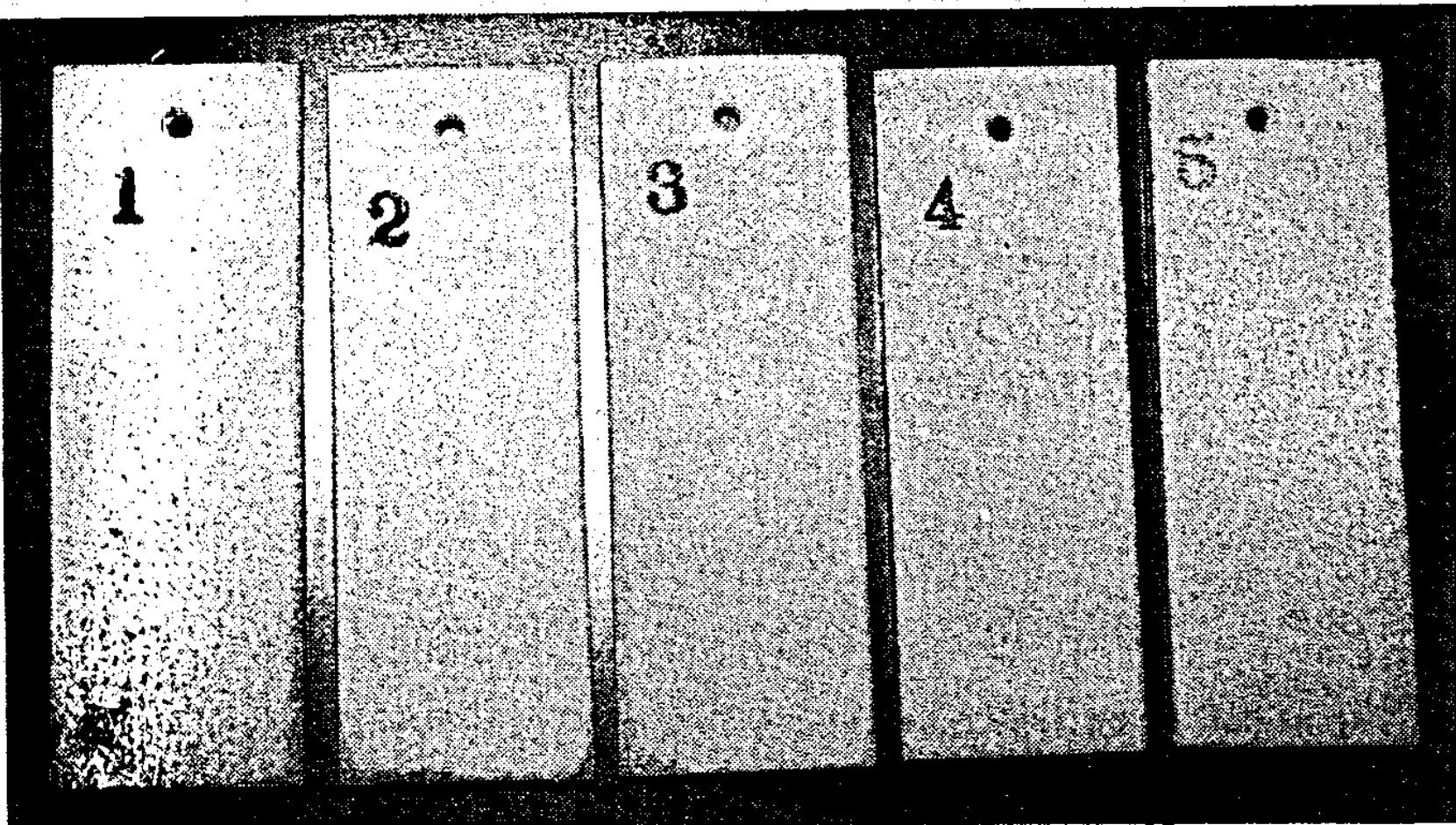


写真8 考案した材料選定プレート⁵⁾

不具合周辺部の健全な素肌の色調に対応できる5枚の色見本板(厚さ5mmの3×10cmのスレート板に所定のポリマーセメントペーストを左官コテで塗布し、乾燥硬化させたもの)から、健全な素肌に合致する色見本板の一つを選び出し、それに符合する既調合材料を供するのです。

なえるためにSTEP2のフローチャートを図18に示します。

肌の荒れ具合に応じて分類しています。すなわち、軽度の肌荒れには、汚染物を取り除くことを主とし、素肌調整の上で表面仕上げを施し耐久性を付与します。

これに対して、肌荒れや著しい肌荒れの場合には、珪フッ化物を主成分とした強化剤を素肌に塗

布含浸して素肌の強化を図り、次いで劣化部を充填材により処理します。著しい肌荒れの場合は、さらに中性化抑制材を塗布したのち、素肌模様を復元し、若返りを図り、美観の長期的維持と耐久性の向上の観点から最終工程での表面仕上げが施されるのです。

論より証拠

〃空の太鼓はたたけば響く、と言います。また、〃大阪城は一夜で建つ、との言葉もあります。これらは、〃口

先だけは誰でも出来る、ことを戒めた言葉のようで、何事も実践的な証拠が大切であることの教えと受け止めたいものです。

そこで肌の手入れシステムの提案だけでは無責任であり、〃大阪城は一夜で建つ、のと同じであると考え、その具現化の研究を進めました。

こうしたことから研究を進めた結果、まず主要材料の品質・性能データの概要を取りまとめたものを表4に示します。

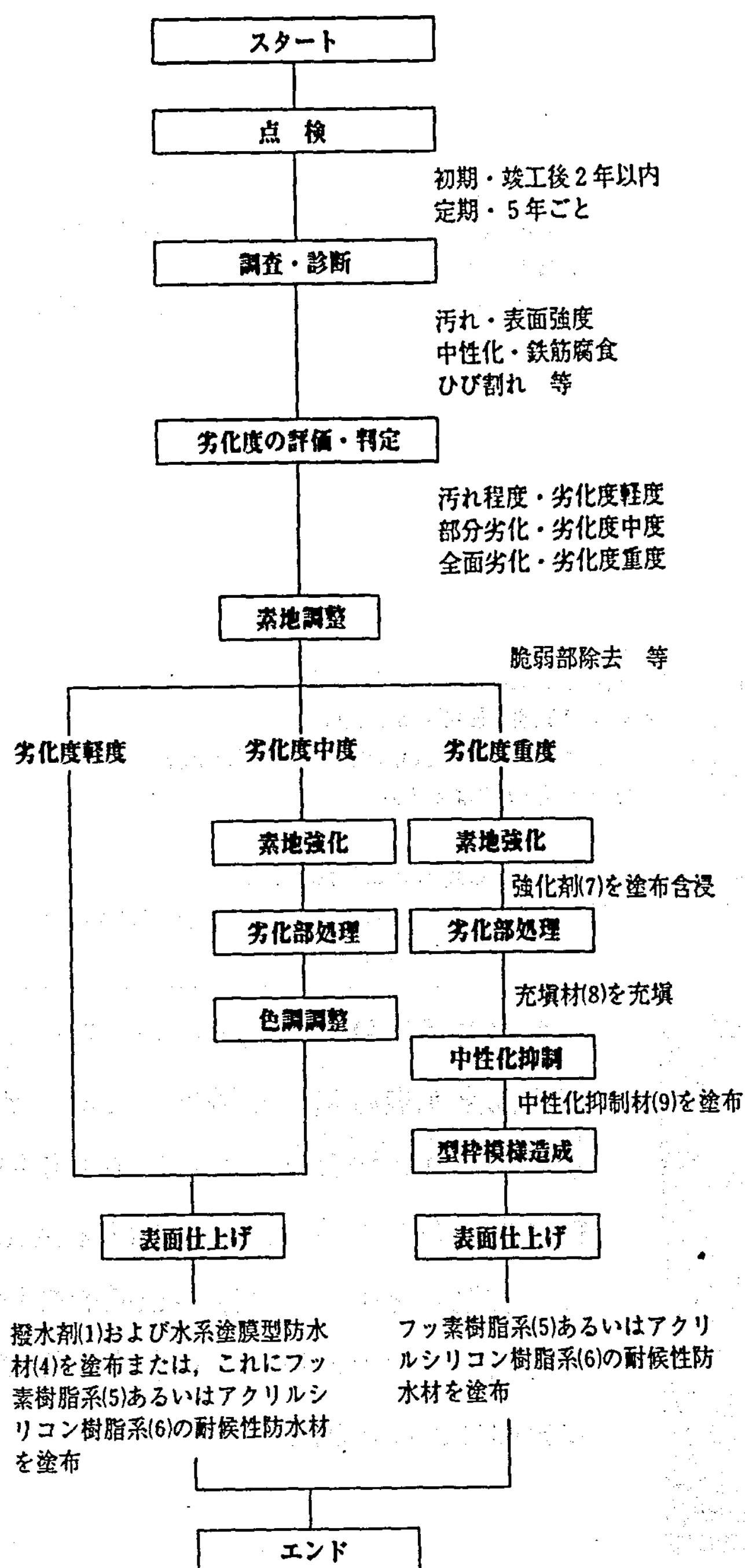


図18 STEP2のフローチャート^{14, 15)}

若返りに対応するもので、劣化の程度に応じて手術されるのが特徴です。これにより延命が図れるものと思います。

素肌の美観確保と維持保全の仕上げ技術に供するために開発した材料です。

開発した材料のうち、消去材や充填材は、特に躯体コンクリートとの付着性に優れたものを、また炭酸ガスや塩化物の遮断性により効果的なものを目標にして独自のポリマーセメントモルタルを開発したのです。

一方、中性化抑制材はポリマーセメントペーストが適切なものとして見出されました。さらに、

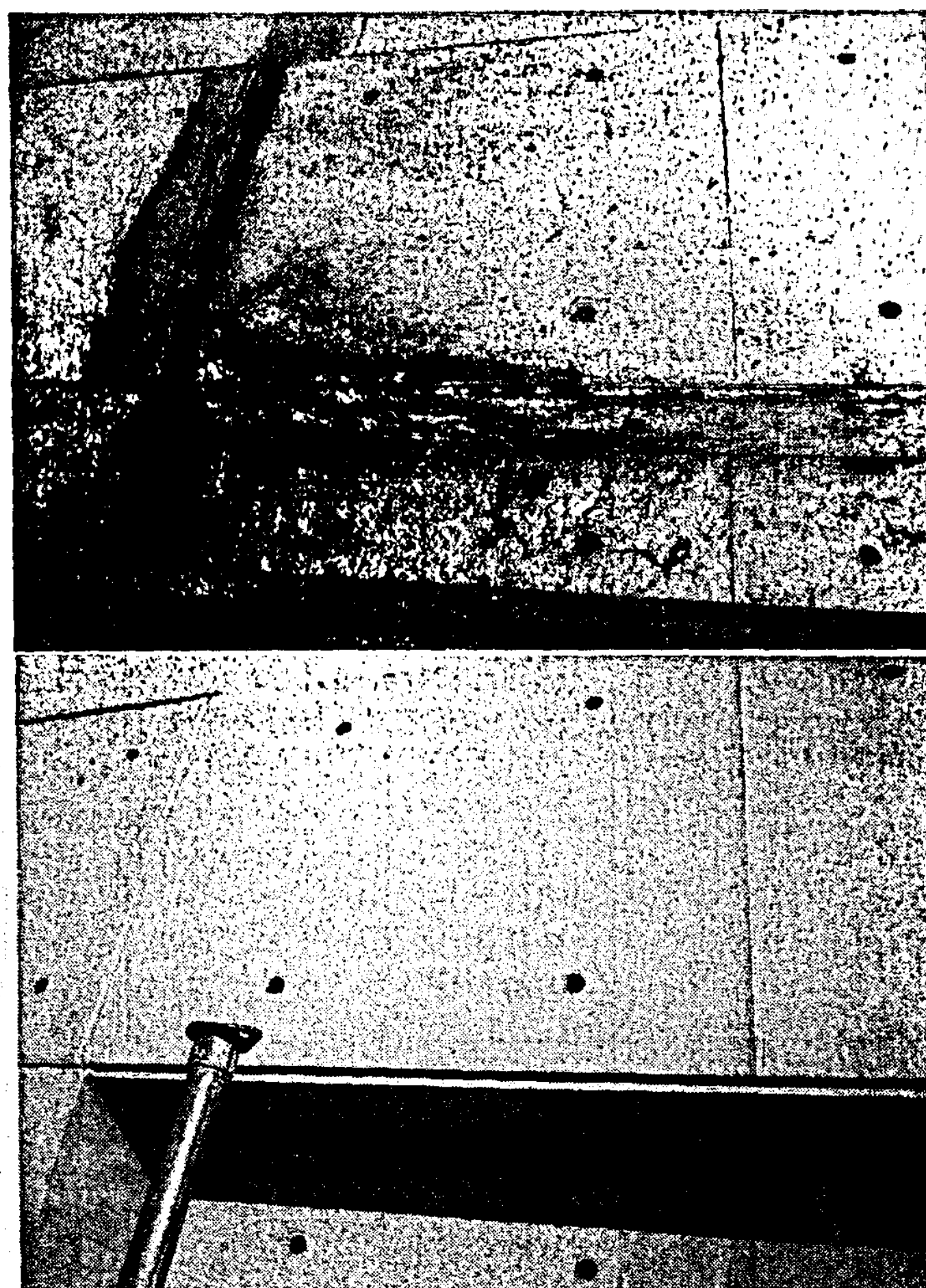


写真9 STEP1に基づく施工例¹⁴⁾

型枠脱型時点での醜い不具合(写真上段)に対して、手を入れたことに気づかない、痕跡のない仕上げ工法で美しい肌になりました(写真下段)。

濡れや色ムラのない防水上の性能のほか、酸性雨、炭酸ガス、紫外線、海塩粒子、有害物質等々の劣化外力に対して、負けることなく抵抗してくれる耐候性防水材料を探り出しました。

強化剤は、躯体コンクリート中の水酸化カルシウムとの反応によって含浸部分が緻密化し、コンクリート表面層が強くなることを期待したのです。

開発した材料・工法を駆使して、脱型時点の不具合に対して、ここで提案したSTEP1に基づく施工の一例を写真9に示します。

不具合が消去され、その痕跡も認められません。素肌本来の美しさが確保されたと言えるでしょう。

また、築後34年経過した著しい肌荒れの建物にSTEP2を対応し、その6年後の状況を写真10に示します。

若き日の素肌の美しさが蘇り、健全な素肌美人

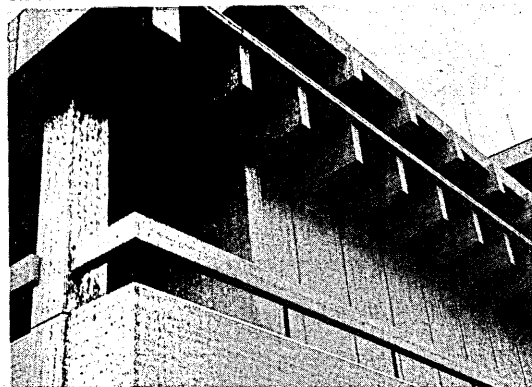
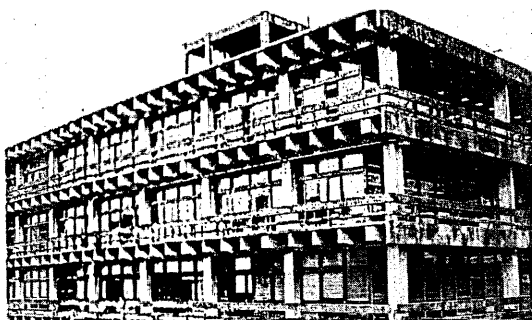


写真10 STEP2に基づく施工例¹¹⁾

齢を重ねた建物の著しい汚れや劣化(写真上段)に対して、手を入れたことに気づかない、痕跡のない仕上げ工法で肌も若返りました(写真下段)。

として都市空間に潤いをもたらししていると見て取れます。

‘しつらえ、と’振る舞い、

「コンクリートの素肌美人」について、その質感を生かすことと、いつまでも維持していくことの視点から十余年間、研究を進め、その成果をここに紹介させてもらいました。

こうしてみると、無言の美しさを醸し出すコンクリートの素肌には、段階的に適切な手入れ(痕跡が認められない工法)が不可欠であると言えます。それがコンクリート構造物に求められる‘しつらえ、と’振る舞い、のように私は思います。手づくり、手のぬくもりこそがコンクリートの肌を美しく、生き生きとさせるのでしょう。

終わりに、本研究の着手には東京工業大学名誉教授の仕入豊和先生の指導を受けたこと、また、研究の具現化にはニチエー吉田(株)社長の吉田 晃氏に負うたことを記し、心より感謝する次第です。

【完】

【公表した研究論文】

- 1) 地濃茂雄, 平野 隆ほか/養生条件とコンクリート表層部の細孔構造, セメント技術年報38, pp. 266~269, 1984
- 2) 地濃茂雄, 仕入豊和/コンクリート表層部その養生条件と細孔構造, セメント・コンクリート468号, pp. 8~17, 1986.2
- 3) 三上貴正, 地濃茂雄ほか/コンクリート表層部モルタルの密実性に及ぼす単位水量の影響, 日本建築学会論文報告集 第392号, pp. 26~33, 1988.10
- 4) 地濃茂雄/暑中コンクリートの強度発現性, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 580~581, 1991.8
- 5) 地濃茂雄, 吉田 晃/コンクリート構造物表面層の不具合補修に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集 第20巻第1号, pp. 419~424, 1998
- 6) 地濃茂雄/降雨濡れによるコンクリート表面の色調変化, コンクリート工学年次論文報告集 第17巻第1号, pp. 285~288, 1995
- 7) 仕入豊和, 地濃茂雄, 橋高義典/コンクリート壁面の汚れ, セメント・コンクリート461号, pp. 22~33, 1985.7
- 8) 地濃茂雄/コンクリート表面の測色値の変化に関する研究, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 580~581, 1991.8
- 9) 地濃茂雄/打放しコンクリートの仕上がり耐性に関する研究, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 1508~1509, 1992.8
- 10) 仕入豊和, 地濃茂雄/コンクリート表面の汚れとその対策, コンクリート工学 第24巻7号, pp. 52~58, 1986.7
- 11) 地濃茂雄, 吉田 晃/コンクリート表面の劣化現象と補修再生技術工法に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集 第18巻第1号, pp. 1041~1046, 1996.10
- 12) 地濃茂雄, 吉田 晃/コンクリート表層部の劣化と補修に関する考察, 日本コンクリート工学協会 コンクリート構造物の補修工法に関するシンポジウム論文集, pp. 23~30, 1996.10
- 13) 地濃茂雄/建物外壁に発生したひび割れの実態調査, コンクリート工学年次論文報告集 第16巻第1号, pp. 989~994, 1994
- 14) 地濃茂雄, 吉田 晃/打放しコンクリート表層面の維持保全に関する提案, コンクリート工学年次論文報告集 第19巻第1号, pp. 1069~1074, 1997
- 15) 地濃茂雄/コンクリート構造物表面層の劣化と補修に関する考察, 日本コンクリート工学協会 コンクリート構造物のリハビリテーションに関するシンポジウム論文集, pp. 115~122, 1998.10
- 16) 地濃茂雄/コンクリート表面の補修再生技術工法, 日本コンクリート工学協会 コンクリート構造物の補修工法と電気防食に関するシンポジウム論文集, pp. 133~138, 1994.10